

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Osamu KIMURA, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 25, 2004

Examiner:

For: APPARATUS WITH DUAL WRITING FUNCTION, AND STORAGE CONTROL APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-298206

Filed: August 22, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: February 25, 2004

By: 

Paul I. Kravetz
Registration No. 35,230

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 2 2 日
Date of Application:

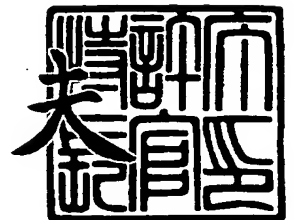
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 8 2 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 8 2 0 6]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 8 5 1 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 0352042
【提出日】 平成15年 8月22日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 13/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 木村 修
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 株式会社富士通
 コンピュータテクノロジーズ内
 【氏名】 小川 裕一
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 株式会社富士通
 コンピュータテクノロジーズ内
 【氏名】 羽根田 光正
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 小林 明人
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 内田 幸治
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 高津 一馬
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 長嶋 克彦
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100092978
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 真田 有
 【電話番号】 0422-21-4222
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 007696
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9704824

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

外部装置とのインターフェイスを制御する第 1 モジュールと、
キャッシュメモリを有する複数の第 2 モジュールと、
インターフェイスバスを介して該第 1 モジュールおよび該第 2 モジュールをそれぞれ接続されこれらの該第 1 モジュールおよび該第 2 モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、

該第 1 モジュールが、

該外部装置から受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の第 2 モジュールのうちの 2 つの第 2 モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるときに、

該ブリッジモジュールが、

該第 1 モジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該 2 つの第 2 モジュールを指定する 2 つの転送先アドレスと各キャッシュメモリでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、

前記書込対象データを、前記 2 つの転送先アドレスに対応する該 2 つの第 2 モジュールへ転送した後に各第 2 モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように、該ブリッジモジュールから該第 2 モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、二重書込機能を有する装置。

【請求項 2】

各第 2 モジュールが、当該第 2 モジュールとミラー関係にある第 2 モジュールに関する情報を管理するとともに、当該第 2 モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該第 2 モジュールとミラー関係にある第 2 モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、

該第 1 モジュールにおける該アドレス指定手段が、該 2 つの第 2 モジュールのうちの一方の第 2 モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成することを特徴とする、請求項 1 に記載の二重書込機能を有する装置。

【請求項 3】

ディスク装置とホストとの間にそなえられ該ホストの該ディスク装置に対するアクセスを制御するストレージ制御装置であって、

該ディスク装置とのインターフェイスを制御するディスクインターフェイスモジュールと、

該ホストとのインターフェイスを制御するホストインターフェイスモジュールと、

キャッシュメモリを有し本装置全体を統括的に管理する複数の管理モジュールと、

インターフェイスバスを介して該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールをそれぞれ接続されこれらの該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、

該ホストインターフェイスモジュールが、

該ホストから受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の管理モジュールのうちの 2 つの管理モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるときに、

該ブリッジモジュールが、

該ホストインターフェイスモジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該 2 つの管理モジュールを指定する 2 つの転送先アドレスと各キャッシュメモ

りでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、

前記書込対象データを、前記2つの転送先アドレスに対応する該2つの管理モジュールへ転送した後に各管理モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように、該ブリッジモジュールから該管理モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、ストレージ制御装置。

【請求項4】

該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの各キャッシュメモリでの前記書込先アドレスとして、各管理モジュールの該キャッシュメモリ内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定することを特徴とする、請求項3に記載のストレージ制御装置。

【請求項5】

各管理モジュールが、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールに関する情報を管理するとともに、当該管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、

該ホストインターフェイスモジュールにおける該アドレス指定手段が、該2つの管理モジュールのうちの一方の管理モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成することを特徴とする、請求項3または請求項4に記載のストレージ制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】二重書込機能を有する装置およびストレージ制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホスト等の外部装置から転送されてきたデータを2以上のキャッシュメモリに書き込む二重書込機能（多重書込機能）をそなえた装置に関し、より具体的には、物理デバイス（例えば磁気ディスク装置）とホストとの間にそなえられ、このホストの物理デバイスに対するアクセスを制御するストレージ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、ホスト（コンピュータ）には、ネットワーク等を介し外部記憶装置としてのストレージ装置が接続されている。このストレージ装置は、ホストからのアクセス（入出力要求、I/O要求）に応じて、ホストからのデータを物理デバイス（例えばディスク装置）に書き込んだり、ホストから要求されたデータを物理デバイスから読み出してホストへ転送するもので、ディスク装置と、このディスク装置とホストとの間にそなえられホストのディスク装置に対するアクセスを制御するストレージ制御装置とから構成されている。

【0003】

このストレージ制御装置においては、通常、少なくとも、ホスト4とのインターフェイスを制御するホストインターフェイスモジュールと、ディスク装置とのインターフェイスを制御するディスクインターフェイスモジュールと、本ストレージ制御装置の全体を統括的に管理する2以上の管理モジュールとがそなえられている。

そして、各管理モジュールは、ホストからディスク装置に書き込まれるべきデータや、ディスク装置からホストへ読み出されるべきデータを一時的に格納するキャッシュメモリを搭載され、このキャッシュメモリの管理も行なうように構成されている。

【0004】

また、ホストインターフェイスモジュールと管理モジュールとの間を接続するインターフェイスバスや、ディスクインターフェイスモジュールと管理モジュールとの間を接続するインターフェイスバスとしては、標準バス、例えばP C I（Peripheral Component Interconnect）バスが用いられる。

このように構成されたストレージ制御装置では、ディスク装置からホストへデータを読み出す際には、まず、読出対象データが、そのデータを保持するディスク装置からディスクインターフェイスモジュールへ転送され、このディスクインターフェイスモジュールからP C Iバスを介して管理モジュールのキャッシュメモリに一時的に格納される。この後、管理モジュールのキャッシュメモリ上の読出対象データは、P C Iバスを介してホストインターフェイスモジュールへ転送され、このホストインターフェイスモジュールからホストへ読み出される。

【0005】

逆に、ホストからディスク装置にデータを書き込む際には、まず、書込対象データが、ホストからホストインターフェイスモジュールへ転送され、このホストインターフェイスモジュールからP C Iバスを介して管理モジュールのキャッシュメモリに一時的に格納される。このとき、ホストからのアクセス頻度が高い書込対象データは、キャッシュメモリに保持されるが、アクセス頻度が低くなると、キャッシュメモリからP C Iバスを介してディスクインターフェイスモジュールへ転送され、このディスクインターフェイスモジュールから所定のディスク装置に書き込まれる。

【0006】

また、ホストからストレージ装置にデータを書き込む際には、キャッシュメモリを持つハードウェア（管理モジュール）の障害等によって、磁気ディスク装置等のディスク装置に書き込む前のユーザデータが消失してしまうのを防止するため、ストレージ制御装置内でホストから転送されたユーザデータを、2つのキャッシュメモリに二重に書き込むこと（複数のハードウェアに同一データを書き込むこと）が一般的に行なわれている（例えば

下記特許文献 1 ～ 3 参照)。

【0007】

上述のような構成のストレージ制御装置において 2 つの管理モジュール (例えば CM-A と CM-B) におけるキャッシュメモリにデータの二重書込を行なう場合、通常、ホストから書込対象データを受け取ったホストインターフェイスモジュールは、そのデータを、PCI バスを介して CM-A (キャッシュメモリ A) の指定アドレスにデータを転送して書き込むとともに、同じデータを、PCI バスを介して CM-B (キャッシュメモリ B) の指定アドレスにデータを転送して書き込むことになる。つまり、ホストインターフェイスモジュールと 2 つの管理モジュールとの間で同一データを 2 回転送している。

【特許文献 1】特開平 07-160432 号公報

【特許文献 2】特開平 05-189314 号公報

【特許文献 3】特開平 07-20994 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来のストレージ制御装置では、データの二重書込みを行なうために転送速度の遅い標準バスを用いて 1 つのホストインターフェイスモジュールから 2 つの管理モジュールに対し同一データを 2 回転送しなければならない、処理性能上、好ましくない。従って、1 回のアドレス指定でデータのキャッシュメモリへの二重書込みをより高速に行なえるようにして、処理性能をより向上させることが望まれている。

【0009】

また、単純に二重書込のための機構をハードウェアに付加した場合には、書込対象データが、2 つの管理モジュール (CM-A, CM-B) のキャッシュメモリ上で全く同じアドレスに書き込まれるように管理しなければならない。しかし、このような二重書込を行なうとキャッシュメモリ内のデータ配置に大きな制約が生じてデータ配置の自由度が低くなるため、キャッシュメモリ内に使用できない無駄な領域が生じてしまう。従って、キャッシュメモリにおけるデータ配置 (キャッシュ管理) の自由度を増大させ、キャッシュメモリを効率よく使用できるようにすることも望まれている。

【0010】

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、1 回のアドレス指定でデータのキャッシュメモリへの二重書込みをより高速に行なえるようにして処理性能の向上をはかるとともに、キャッシュ管理の自由度を増大させてキャッシュメモリの効率的使用を実現することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の二重書込機能を有する装置 (請求項 1) は、外部装置とのインターフェイスを制御する第 1 モジュールと、キャッシュメモリを有する複数の第 2 モジュールと、インターフェイスバスを介して該第 1 モジュールおよび該第 2 モジュールをそれぞれ接続されこれらの該第 1 モジュールおよび該第 2 モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、該第 1 モジュールが、該外部装置から受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の第 2 モジュールのうちの 2 つの第 2 モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるとともに、該ブリッジモジュールが、該第 1 モジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該 2 つの第 2 モジュールを指定する 2 つの転送先アドレスと各キャッシュメモリでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、前記書込対象データを前記 2 つの転送先アドレスに対応する該 2 つの第 2 モジュールへ転送した後に各第 2 モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように該ブリッジモジュールから該第 2 モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて

構成されていることを特徴としている。

【0012】

このような装置において、各第2モジュールが、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールに関する情報を管理するとともに、当該第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、該第1モジュールにおける該アドレス指定手段が、該2つの第2モジュールのうちの一方の第2モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成するように構成してもよい（請求項2）。

【0013】

また、本発明のストレージ制御装置（請求項3）は、ディスク装置とホストとの間にそなえられ該ホストの該ディスク装置に対するアクセスを制御するものであって、該ディスク装置とのインターフェイスを制御するディスクインターフェイスモジュールと、該ホストとのインターフェイスを制御するホストインターフェイスモジュールと、キャッシュメモリを有し本装置全体を統括的に管理する複数の管理モジュールと、インターフェイスバスを介して該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールをそれぞれ接続されこれらの該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、該ホストインターフェイスモジュールが、該ホストから受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の管理モジュールのうちの2つの管理モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく2つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるとともに、該ブリッジモジュールが、該ホストインターフェイスモジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該2つの管理モジュールを指定する2つの転送先アドレスと各キャッシュメモリでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、前記書込対象データを前記2つの転送先アドレスに対応する該2つの管理モジュールへ転送した後に各管理モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように該ブリッジモジュールから該管理モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて構成されていることを特徴としている。

【0014】

このとき、該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの各キャッシュメモリでの前記書込先アドレスとして、各管理モジュールの該キャッシュメモリ内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定してもよい（請求項4）。さらに、各管理モジュールが、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールに関する情報を管理するとともに、当該管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、該ホストインターフェイスモジュールにおける該アドレス指定手段が、該2つの管理モジュールのうちの一方の管理モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成するように構成してもよい（請求項5）。

【発明の効果】

【0015】

上述した本発明の二重書込機能を有する装置およびストレージ制御装置によれば、第1モジュール（ホストインターフェイスモジュール）のアドレス指定手段により2つの書込先を指定しうるアドレッシング情報が生成され、ブリッジモジュールでは、アドレス生成手段により、前記アドレッシング情報に基づいて2つの転送先アドレス（2つの第2モジュール（管理モジュール）を指定するもの）と各キャッシュメモリでの書込先アドレスとが生成される。そして、ブリッジモジュールのデータ転送制御手段により、書込対象デー

タが、前記 2 つの転送先アドレスに対応する 2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）へ転送され、各第 2 モジュール（管理モジュール）のキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込まれる。

【0016】

従って、第 1 モジュール（ホストインターフェイスモジュール）でアドレス指定を 1 回だけ行ない第 1 モジュール（ホストインターフェイスモジュール）からブリッジモジュールへのデータ転送を 1 回だけ行なえば、書込対象データが、標準バスよりも転送速度の速いブリッジモジュールを通じて 2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）におけるキャッシュメモリに転送されて二重に書き込まれるので、キャッシュメモリへの二重書込をより高速に行なえ、処理性能を大幅に向上させることができる。

【0017】

また、第 1 モジュール（ホストインターフェイスモジュール）のアドレス指定手段により、前記アドレッシング情報において、書込対象データの各キャッシュメモリでの前記書込先アドレスとして、各管理モジュールのキャッシュメモリ内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定することで、書込対象データを、2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）におけるキャッシュメモリ上で別々のアドレスに転送して書き込むことができるので、キャッシュ管理の自由度が増し、キャッシュメモリを効率よく使用することができる。

【0018】

さらに、各第 2 モジュール（管理モジュール）に管理手段をそなえ、この管理手段によって、当該第 2 モジュール（管理モジュール）とミラー関係にある第 2 モジュール（管理モジュール）に関する情報を管理するとともに、当該第 2 モジュール（管理モジュール）におけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該第 2 モジュール（管理モジュール）とミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理することにより、第 1 モジュール（ホストインターフェイスモジュール）におけるアドレス指定手段は、ミラー関係にある 2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）どうしで通信を行なうことなく、2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）のうちの一方における管理手段から取得した情報に基づいて前記アドレッシング情報を生成することができる。

【0019】

また、上述のごとく管理手段によってミラー関係にある第 2 モジュール（管理モジュール）のミラー領域を管理することで、ミラー関係にある 2 つの第 2 モジュール（管理モジュール）どうしで通信を行なうことなく、一方の第 2 モジュール（管理モジュール）が他方の管理モジュールのミラー領域を効率よく利用することができる。例えば、一方の第 2 モジュール（管理モジュール）においてキャッシュメモリのマスタ領域の容量が不足している場合、上記管理手段による管理状況に基づいて、他方の第 2 モジュール（管理モジュール）におけるキャッシュメモリ内のミラー領域を利用することができ、キャッシュメモリのマスタ領域もミラー領域も効率よく利用することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

〔1〕本発明の一実施形態の説明

図 1 は本発明の一実施形態としてのストレージ装置（ストレージ制御装置）の最小基本構成を示すブロック図で、この図 1 に示すストレージ装置 1 は、ホスト 4 からのアクセス（入出力要求、I/O 要求）に応じて、ホスト 4 からのデータを書き込んだり、ホスト 4 から要求されたデータを読み出してホスト 4 へ転送したりするものである。このストレージ装置 1 は、ディスクユニット（ディスク装置、物理デバイス）2 と、このディスクユニット 2 とホスト 4 との間にそなえられホスト 4 のディスクユニット 2 に対するアクセスを制御するストレージ制御装置 3 とから構成されている。

【0021】

そして、ストレージ制御装置 3 は、ディスクインターフェイスモジュール 10、ホストインターフェイスモジュール 20、管理モジュール 30 および P C I ブリッジモジュール 40 をそなえて構成されている。図 1 に示す最小基本構成のストレージ制御装置 3 において、ディスクインターフェイスモジュール 10、ホストインターフェイスモジュール 20 および P C I ブリッジモジュール 40 はそれぞれ 1 組そなえられ、管理モジュール 30 は 2 組そなえられている。

【0022】

ディスクインターフェイスモジュール 10 は、ディスクインターフェイスバス 54 を介してディスクユニット 2 とのインターフェイス（データ転送）を制御するものである。

ホストインターフェイスモジュール（第 1 モジュール）20 は、ファイバチャネルインターフェイスバス 50 を介してホスト（外部装置）4 とのインターフェイス（データ転送）を制御するものである。このホストインターフェイスモジュール 20 には、アドレス指定手段 21 としての機能がそなえられているが、このアドレス指定手段 21 としての機能については後述する。

【0023】

各管理モジュール（第 2 モジュール）30 は、本ストレージ制御装置 3 の全体を統括的に管理するもので、ホスト 4 からディスクユニット 2 に書き込まれるべきデータや、ディスクユニット 2 からホスト 4 へ読み出されるべきデータを一時的に格納するキャッシュメモリ 31 を搭載され、このキャッシュメモリ 31 の管理を行なうものである。この管理モジュール 30 には、管理手段 32 としての機能もそなえられているが、この管理手段 32 としての機能については後述する。

【0024】

P C I ブリッジモジュール（ブリッジモジュール）40 は、標準バスである P C I バス（インターフェイスバス）51、52、53 を介してディスクインターフェイスモジュール 10、ホストインターフェイスモジュール 20 および管理モジュール 30 をそれぞれ接続され、これらのディスクインターフェイスモジュール 10、ホストインターフェイスモジュール 20 および管理モジュール 30 の相互間をデータ転送可能に接続するものである。この P C I ブリッジモジュール 40 には、アドレス生成手段 41 およびデータ転送制御手段 42 としての機能がそなえられているが、これらのアドレス生成手段 41 およびデータ転送制御手段 42 としての機能については後述する。なお、一般的な P C I - P C I ブリッジは 1 : 1 接続を行なうように構成されるが、ここで用いられる P C I ブリッジモジュール 40 は n : n（複数：複数）接続可能に構成されている。

【0025】

書込データの二重化は、ミラー関係にある 2 つの管理モジュール 30 によって行なわれる。図 1 に示す最小基本構成のストレージ制御装置 1 では、管理モジュール 30 が 2 組だけそなえられているので、これら 2 組の管理モジュール 30 がミラー関係にあり、一方の管理モジュール 30 がマスタ C M として取り扱われ、他方の管理モジュール 30 がミラー C M（ペア C M）として取り扱われることになる。

【0026】

ここで、各管理モジュール 30 におけるキャッシュメモリ 31 について、図 3 ~ 図 5 を参照しながら説明する。なお、図 3 は本実施形態のキャッシュメモリ 31 の構成を示す図、図 4 は本実施形態のキャッシュメモリ 31 におけるマスタ領域（ローカル領域）とミラー領域との対応関係を示す図、図 5 は本実施形態におけるキャッシュメモリ 31 の管理動作の一例を説明するための図である。

【0027】

図 3 に示すように、キャッシュメモリ 31 内の領域（キャッシュ領域）は、一定サイズ（例えば 2 M B（メガバイト））のキャッシュページ毎に区切られ、4 M B 分の領域（2 ページ分）が一つの単位として管理されている。そして、2 M B の各ページは、520 バイト \times 128 ブロック = 66560 バイトの C B E（Cache Bundle control Element）を 31 個割り当てられて構成・管理されている。なお、各キャッシュページの管理は、未使

用のCBEをフリーのリンク群に接続することにより行なわれる。使用中のCBEは、LRU (Least Recently Used) リンクおよびハッシュエントリに接続することにより管理される。ただし、ミラー領域のCBEはフリーリンクには接続しないものとする。

【0028】

また、図3や図4に示すように、キャッシュ領域は、4MB単位でマスタ領域（マスタCBE群）とミラー領域（ミラーCBE群）とを交互に配置した2分割メモリフォーマットとして管理される。なお、図4においては、ミラー関係にある2つの管理モジュール30（CM-AとCM-B）におけるキャッシュメモリ31のマスタ領域（ローカル領域）とミラー領域との対応関係が矢印によって示されている。

【0029】

そして、本実施形態において、各管理モジュール30におけるキャッシュメモリ31のマスタ領域（ローカル領域）は、I/O要求を受け付けた管理モジュール30によって読出／書込データ転送用メモリ領域として使用される。また、各管理モジュール30におけるキャッシュメモリ31のミラー領域は、当該管理モジュール30のバックワードに位置する管理モジュール30（当該管理モジュール30とミラー関係にある管理モジュール30）によって書込データの二重化用メモリ領域として使用されるほか、図5を参照しながら後述するごとくホスト4への読出データ転送用メモリ領域として使用される。つまり、本実施形態では、各管理モジュール30におけるキャッシュメモリ31のミラー領域は、バックワードに位置する管理モジュール30（後述する管理手段32）によって管理されており、当該管理モジュール30が直接使用することができないように構成されている。

【0030】

なお、各キャッシュメモリ31のマスタ領域／ミラー領域においては、上記読出データ転送用メモリ領域を構成するため、そのメモリ領域としてのみ使用される最低容量が予め設定されている。その最低容量は、チューニングパラメタの“Readキャッシュ容量”として定義・設定されるようになっている。その最低容量のデフォルト値は例えば64MBであり、64MBを設定した場合、CBEにして約1000ページ（正確には992ページ）の読出データ転送用メモリ領域が確保されることになる。

【0031】

各キャッシュメモリ31におけるマスタ領域とミラー領域とは、物理的な区画分けにより制限されている。このような物理的な制限により、マスタCM側の管理手段32（後述）によってミラーキャッシュ（ミラーCM側のキャッシュメモリ31のミラー領域）の管理を行なえるようになっている。このとき、マスタ領域とミラー領域との物理構成上の境界はハードウェアのキャッシュページを意識して設定される。これにより、本発明による二重書込（フォーキング書込：Forking Write）が実行可能になっている。本実施形態のフォーキング書込では、後述するように、キャッシュページアドレスとそのアドレスからのオフセット値（オフセットアドレス）とがホストインターフェイスモジュール20のアドレス指定手段21によって指定されるが、上述のようなハードウェアの物理的制限により、マスタ領域とミラー領域とでそのオフセット値は同じ値にしなければならない。

【0032】

本実施形態のストレージ制御装置3においては、上述のようなキャッシュメモリ31を管理すべく、各管理モジュール30に管理手段（キャッシュ管理ファームウェア）32としての機能がそなえられている。

この管理手段32は、この管理手段32を有する管理モジュール30（マスタCM）とミラー関係にある管理モジュール30（ミラーCM）に関する情報（そのミラーCMのPCIバスを特定する番号等）を管理するとともに、マスタCM側のキャッシュメモリ31内のマスタ領域アドレスとミラーCM側のキャッシュメモリ31内のミラー領域アドレスとの対応関係（この対応関係は予め決められている）を管理することにより、ミラーキャッシュ（ミラーCM側のキャッシュメモリ31のミラー領域）をマスタCM側から管理可能に構成されている。つまり、マスタCM側の管理手段32によって、ミラーキャッシュにおけるCBEの使用／未使用を管理できるように構成されている。

【0033】

また、本実施形態では、各管理モジュール30が、上述した管理手段32を用いてミラーキャッシュをマスタCM側から管理可能に構成されているので、図5に示すように、ある管理モジュール30（CM-A）がホスト4の読出要求（I/O要求）に応じてディスクユニット2からディスクインターフェイスモジュール10およびPCIブリッジモジュール40（図5では図示省略）経由で読み出された読出対象データをキャッシュメモリ31に一時的に保存する際にそのキャッシュメモリ31のマスタ領域の容量が万一不足していても、その管理モジュール30（CM-A）は、管理手段32による管理状況に基づいて、図5の矢印A1（ステージング処理）で示すごとく、この管理モジュール30（CM-A）とミラー関係にある管理モジュール30（CM-B）におけるキャッシュメモリ31内のミラー領域（予め確保されている上記読出データ転送用メモリ領域）に、前記読出対象データを保存させることができる。このようにミラーキャッシュに保存された読出対象データは、図5の矢印A2（ホスト読出処理）で示すごとく、CM-Bにおけるミラー領域からPCIブリッジモジュール40およびホストインターフェイスモジュール20経由でホスト4へ転送されるようになっている。

【0034】

管理モジュール30のキャッシュメモリ31のマスタ領域において読出データのために使用されているCBEの、ペアCBE（その管理モジュール30とミラー関係にある管理モジュール30のミラー領域における対応CBE）は、書込データの二重化のために使用されることがないので、空き領域のままになる。このような領域を活用できれば、読出要求のI/O処理に際してもキャッシュメモリ31を100%に近い利用効率で使用することが可能になる。そこで、本実施形態では、各管理モジュール30の管理手段32としての機能を用いて、ミラーCMのミラー領域における上述のような空き領域を読出データ転送用メモリ領域として利用できるようにしている。

【0035】

ただし、このような機能を実現するために、各管理モジュール30とディスクインターフェイスモジュール10、ホストインターフェイスモジュール20との間には、これらのインターフェイスモジュール10、20について予め設定されている担当機番の管理モジュール30（図5に示す例ではCM-A）のキャッシュメモリに対してアクセス可能なだけでなく、その担当機番の管理モジュール30とは異なる管理モジュール30（図5に示す例ではCM-B）のキャッシュメモリ31に対してもアクセス可能なインターフェイスがそなえられている。このインターフェイスにより、管理モジュール30側からI/O要求キャッシュアドレスとともに管理モジュール論理IDが指定される。また、インターフェイスモジュール10、20がキャッシュメモリ31を参照する際には、論理IDも合わせてセットアップされる。

【0036】

さて、本実施形態のストレージ制御装置3は、上述のような管理モジュール30（キャッシュメモリ31および管理手段32）をそなえた上で、フォーキング書込と呼ぶ書込データの二重書込（二重化）を実行するものであり、ついで、フォーキング書込を実行するための機能（ホストインターフェイスモジュール20のアドレス指定手段21としての機能、PCIブリッジモジュール40のアドレス生成手段41およびデータ転送制御手段42としての機能）について説明する。

【0037】

ホストインターフェイスモジュール20におけるアドレス指定手段21は、ホスト4から受け取った書込対象データをPCIブリッジモジュール40経由で2つの管理モジュール30におけるキャッシュメモリ31に二重化して書き込むべく2つの書込先を指定するアドレッシング情報を、2つの管理モジュール30のうち的一方の管理モジュール30（ここではCM-A）における管理手段32から取得した情報に基づいて生成するものである。

【0038】

ここで、図2は、アドレス指定手段21によって生成されるアドレッシング情報のフォーマットを示す図である。この図2に示すように、上記アドレッシング情報においては、PCIバス52に対して指示するアドレス（PCIアドレス）として、以下のもの（1）～（4）が指定される。

- （1）ベースアドレス（図2中のBA）
- （2）CM-Aのキャッシュメモリ31での書込先ページアドレス（PA-A；図2中のプライマリページ）
- （3）CM-Bのキャッシュメモリ31での書込先ページアドレス（PA-B；図2中のセカンダリページ）
- （4）上記（2）、（3）の書込先ページアドレスによって指定される各キャッシュページ内での、書込先頭位置を示すオフセットアドレス（オフセット値；図2中のオフセットアドレス）

なお、図1に示す最小基本構成のストレージ制御装置3では、管理モジュール30が2組のみそなえられており、これら2組の管理モジュール30が常にミラー関係にあるので、図6～図8を参照しながら後述する例とは異なり、書込対象データを転送すべき2つの転送先管理モジュール30を特定するための情報（2つの転送先アドレス）は、上記アドレッシング情報において指定する必要はなく、PCIブリッジモジュール40内部で固定的に保持されていればよい。

【0039】

また、上記（1）のベースアドレス（BA）は、今回のI/O要求（書込要求）では書込対象データをホストインターフェイスモジュール20からPCIブリッジモジュール40経由で管理モジュール30に転送することをPCIブリッジモジュール40に対して指示するための情報である。より具体的には、例えば、ベースアドレスが“01”の時に書込対象データをCM-Aのみに転送・書込し、ベースアドレスが“10”の時には書込対象データをCM-Bのみに転送・書込し、ベースアドレスが“11”の時には書込対象データをCM-AおよびCM-Bの両方に転送・書込するようにPCIブリッジモジュール40に指示されるものとする。従って、ベースアドレスとして“11”が指定された場合に、PCIブリッジモジュール40におけるアドレス生成手段41およびデータ転送制御手段42としての機能により、本実施形態のフォーキング書込（二重書込）が実行されるようになっている。

【0040】

PCIブリッジモジュール40のアドレス生成手段41は、ホストインターフェイスモジュール20から書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し、その書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリ31を有する2つの管理モジュール30（CM-A、CM-B）を指定する2つの転送先アドレスと各キャッシュメモリ31での書込先アドレスとを生成するものである。

【0041】

ここで、前述したように、図1に示す最小基本構成のストレージ制御装置3では、前記2つの転送先アドレスは、前記アドレッシング情報において指定されずPCIブリッジモジュール40内部で固定的に保持されているので、保持されている情報を読み出すことによって生成される。また、CM-Aのキャッシュメモリ31上の書込先アドレス、および、CM-Bのキャッシュメモリ31上の書込先アドレスとしては、それぞれ、下記アドレス（a1）および（a2）が生成される。

【0042】

- （a1）（CM-AのPA-A）+（オフセット値）
- （a2）（CM-BのPA-B）+（オフセット値）

これにより、書込対象データは、マスタCMおよびミラーCMのキャッシュメモリ31で異なるアドレスに格納されるが、ページアドレスは異なっても各キャッシュページ内でのオフセット（書込位置位置）は同一になるように管理されている。

【0043】

データ転送制御手段 42 は、同一の書込対象データを、2つの転送先アドレスに対応する 2つの管理モジュール 30 (CM-A, CM-B) へ転送させ、各管理モジュール 30 のキャッシュメモリ 31 において、アドレス生成手段 41 によって生成された上記書込アドレス (a1), (a2) に書き込むように、PCIブリッジモジュール 40 から各管理モジュール 30 へのデータ転送を制御するものである。

【0044】

以上の構成により、図 1 に示す最小基本構成のストレージ制御装置 3 では、ホストインターフェイスモジュール 20 がホスト 4 からファイバチャネルインターフェイスバス 50 を通じて I/O 要求として書込対象データの書込要求を受け取ると (図 1 の矢印 A11 参照)、アドレス指定手段 21 により 2つの書込先を指定しうるアドレッシング情報 (図 2 参照) が生成される。このアドレッシング情報が、書込対象データとともに、ホストインターフェイスモジュール 20 から PCIバス 52 を通じて PCIブリッジモジュール 40 へ転送される (図 1 の矢印 A12 参照)。

【0045】

PCIブリッジモジュール 40 では、アドレッシング情報を伴う書込コマンドを認識すると、アドレス生成手段 41 により、ホストインターフェイスモジュール 20 からのアドレッシング情報に基づいて、2つの転送先アドレス (CM-A, CM-B を指定するアドレス) と各キャッシュメモリ 31 での書込先アドレス (a1), (a2) とが生成される。そして、データ転送制御手段 42 により、同一の書込対象データが、前記 2つの転送先アドレスに対応する 2つの管理モジュール 30 へ転送され、各管理モジュール 30 のキャッシュメモリ 31 における書込先アドレス (a1), (a2) に書き込まれる (図 1 の矢印 A13, A14 参照)。

【0046】

このようにして、図 1 の矢印 A11 ~ A14 で示すようなフォーキング書込 (書込対象データの二重書込) が実行され、同一の書込対象データが、CM-A のキャッシュメモリ 31 のマスタ領域におけるキャッシュページの CBE と、このキャッシュページの CBE に予め対応付けられた、CM-B のキャッシュメモリ 31 のミラー領域におけるキャッシュページの CBE (ペア CBE) とに書き込まれる。

【0047】

さて、次に、図 6 ~ 図 8 を参照しながら、本発明の一実施形態としてのストレージ装置 (ストレージ制御装置) の具体的な構成例について説明する。ここで、図 6 はそのストレージ装置 1 (ストレージ制御装置 3) の具体的な構成例を示すブロック図、図 7 は図 6 に示すストレージ制御装置 3 における PCIブリッジモジュール 40 の具体的な要部構成例を示すブロック図、図 8 は、図 6 および図 7 に示すストレージ制御装置 3 において、ホストインターフェイスモジュール 20 (アドレス指定手段 21) で生成されるアドレッシング情報のフォーマットと同アドレッシング情報から PCIブリッジモジュール 40 (アドレス生成手段 41) で生成されるアドレス情報のフォーマットとを示す図である。なお、図 6, 図 7 において、既述の符号と同一の符号は同一もしくはほぼ同一の部分を示しているので、その説明は省略する。

【0048】

図 6 に示すストレージ装置 1 のストレージ制御装置 3 は、8組のホストインターフェイスモジュール 20, 4組の管理モジュール 30, 4組のディスクインターフェイスモジュール 10 および 2組の PCIブリッジモジュール 40 をそなえて構成され、4組のディスクインターフェイスモジュール 10 には、ディスクインターフェイスバス 54 を介して例えば 8 台のディスクユニット 2 が接続されている。

【0049】

この図 6 に示すストレージ制御装置 3 における各ホストインターフェイスモジュール 20 にも、上述と同様のアドレス指定手段 21 (図 6 では図示略) としての機能がそなえられている。このアドレス指定手段 21 も、ホストインターフェイスモジュール 20 がホスト 4 から受け取った書込対象データを PCIブリッジモジュール 40 経由で 2つの管理

モジュール 30 におけるキャッシュメモリ 31 に二重化して書き込むべく 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を、2 つの管理モジュール 30 のうちの一方の管理モジュール 30 (CM-A, マスタ CM) における管理手段 32 から取得した情報に基づいて生成するものである。ただし、図 6 に示すホストインターフェイスモジュール 20 (アドレス指定手段 21) では、図 8 の (A) に示すように、上記アドレッシング情報において、PCI バス 52 に対して指示するアドレス (PCI アドレス) として、以下のもの (1) ~ (7) が指定される。

【0050】

- (1) ベースアドレス (図 8 中の BA)
- (2) CM-A のキャッシュメモリ 31 での書込先ページアドレス (PA-A; 図 8 中のプライマリページ)
- (3) CM-B のキャッシュメモリ 31 での書込先ページアドレス (PA-B; 図 8 中のセカンダリページ)
- (4) 上記 (2), (3) の書込先ページアドレスによって指定される各キャッシュページ内での、書込先頭位置を示すオフセットアドレス (オフセット値; 図 8 中のオフセットアドレス)
- (5) CM-A の PCI バスを特定する番号 (書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリ 31 を有するマスタ CM を特定しうる特定情報; 図 8 中の P-PCI)
- (6) CM-B の PCI バスを特定する番号 (書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリ 31 を有するミラー CM を特定しうる特定情報; 図 8 中の S-PCI)
- (7) オペレーションを特定するために付与される任意の番号 (図 8 中の TID (Transaction ID))

なお、図 6 に示すストレージ制御装置 3 では、管理モジュール 30 が 4 組そなえられているので、4 組の管理モジュール 30 の中からミラー関係にある 2 組の管理モジュール 30 を指定する必要があるため、アドレス指定手段 21 によって上記 (5), (6) の情報が指定されるようになっている。

【0051】

また、上記 (1) のベースアドレス (BA) は、図 2 に示したものと同様の機能を果たすものであるが、この BA を用いて、例えば、ベースアドレスが “10” の時には、書込対象データを CM-A フィールド (上記 (5)) で指定した管理モジュール 30 へのみ転送し CM-B フィールド (上記 (6)) の指定値は無視して CM-A のみに書込を行ない、また、ベースアドレスが “11” の時には書込対象データを CM-A および CM-B の両方に転送・書込するように PCI ブリッジモジュール 40 に指示されるものとする。従って、この転送指示 (二重書込指示) 手法では、ベースアドレスとして “11” が指定された場合に、PCI ブリッジモジュール 40 におけるアドレス生成手段 41 およびデータ転送制御手段 42 としての機能により、本実施形態のフォーキング書込 (二重書込) が実行されるようになっている。

【0052】

上述のような BA を用いた転送指示 (二重書込指示) 手法以外に、BA を用いず、基本的に、常に、上記 (5), (6) のフィールドで指定された 2 つの管理モジュール 30 (CM-A, CM-B) への転送・書込を行ない、CM-A 指定値と CM-B の指定値とが同じ場合にのみ 1 つの管理モジュール 30 への転送・書込を行なう手法を採用してもよい。

【0053】

図 6 に示すストレージ制御装置 3 における PCI ブリッジモジュール 40 には、図 7 に示すように、バス制御機構 43, アドレス解析/変換機構 44, 内部転送制御機構 45, バッファ 46, 47, 転送指示機構 48 およびバス制御機構 49 がそなえられている。

ここで、バス制御機構 43 および 49 は、それぞれ、PCI バス 52, 53 の制御 (インターフェイス制御) を行なうものである。

【0054】

アドレス解析／変換機構 44 は、上述したアドレス生成手段 41 と同様の機能を果たすもので、ホストインターフェイスモジュール 20 から書込対象データとともに受け取った、図 8 の (A) に示すアドレッシング情報を解析し、その書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリ 31 を有する 2 つの管理モジュール 30 (CM-A, CM-B) を指定する 2 つの転送先アドレスと各キャッシュメモリ 31 での書込先アドレスとを生成するものである。

【0055】

2 つの転送先アドレスは、それぞれ、図 8 の (A) に示すアドレッシング情報から、上記 (5), (6) のフィールドにおける 2 つの P C I バス番号 (P-P C I, S-P C I) を読み出すことによって生成される。また、CM-A のキャッシュメモリ 31 上の書込先アドレス、および、CM-B のキャッシュメモリ 31 上の書込先アドレスとしては、図 1 に示したストレージ制御装置 3 と同様に、図 8 の (A) に示すアドレッシング情報から、それぞれ、図 8 の (B) および (C) に示すごとく、下記アドレス (a 1) および (a 2) が生成される。

【0056】

(a 1) (CM-A の P A-A) + (オフセット値)

(a 2) (CM-B の P A-B) + (オフセット値)

これにより、図 6 に示すストレージ装置 1 においても、書込対象データは、マスタ CM およびミラー CM のキャッシュメモリ 31 で異なるアドレスに格納されるが、ページアドレスは異なっても各キャッシュページ内でのオフセット (書込位置位置) は同一になるように管理されている。

【0057】

バッファ 46 は、P C I ブリッジモジュール 40 のホストインターフェイスモジュール 20 側にそなえられ、ホストインターフェイスモジュール 20 から受信した書込対象データを一時的に保持するためのものである。また、バッファ 47 は、各管理モジュール 30 に対応してそなえられ、管理モジュール 30 へ転送すべき書込対象データを、ターゲット書込バッファ 46 から受け取って一時的に保持するためのものである。

【0058】

内部転送制御機構 45 および転送指示機構 48 は、上述したデータ転送制御手段 42 と同様の機能を果たすもので、実際には、これらの機構 45, 48 は一体化されて構成される。内部転送制御機構 45 は、アドレス解析／変換機構 44 の出力 (上記 (5), (6) のフィールドにおける 2 つの P C I バス番号) に基づいて、ホストインターフェイスモジュール側バッファ 46 から管理モジュール側バッファ 47 へ書込対象データを転送するものであり、転送指示機構 48 は、アドレス解析／変換機構 44 の出力 (上記アドレス (a 1), (a 2)) に基づいて、管理モジュール側バス制御機構 49 に対し、管理モジュール側バッファ 47 の書込対象データを指定アドレスへ転送することを指示するものである。

【0059】

以上の構成により、図 6 および図 7 に示すストレージ制御装置 3 では、ホストインターフェイスモジュール 20 がホスト 4 からファイバチャネルインターフェイスバス 50 を通じて I/O 要求として書込対象データの書込要求を受け取ると、アドレス指定手段 21 により 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報 (図 8 の (A) 参照) が生成される。このアドレッシング情報が、書込対象データとともに、ホストインターフェイスモジュール 20 から P C I バス 52 を通じて P C I ブリッジモジュール 40 へ転送される (図 7 の矢印 A 21 参照)。その際、書込対象データは、ホストインターフェイスモジュール 20 から、デュアルライト (Dual Write) の P C I アドレスフォーマットで転送される。

【0060】

P C I ブリッジモジュール 40 では、デュアルライト (Dual Write) を受信すると、バッファ制御機構 43 を介し、1 回の P C I 書込に対して 2 つのバッファ 46 に同時に同一の書込対象データを書き込む (図 7 の矢印 A 22 参照)。また、P C I ブリッジモジュール

ル 40 では、アドレッシング情報を伴う書込コマンドを認識すると、アドレス解析／変換機構 44 により、ホストインターフェイスモジュール 20 からのアドレッシング情報から、2つの転送先アドレス (CM-A, CM-B の PCI バスを特定する PCI バス番号) が抽出・生成されるとともに、各キャッシュメモリ 31 での書込先アドレス (a1), (a2) が生成される。

【0061】

そして、内部転送制御機構 45 により、2つのバッファ 46 に保持されている書込対象データが、それぞれ、CM-A, CM-B の PCI バス番号に対応する 2つのバッファ 47 へ転送され (図 7 の矢印 A23 参照)、さらに、転送指示機構 48 およびバス制御機構 49 により、2つのバッファ 47 に転送された書込対象データが、それぞれ、CM-A および CM-B へ転送されてキャッシュメモリ 31 内の指定アドレス (a1), (a2) に同時に書き込まれる (図 7 の矢印 A24 参照)。

【0062】

このようにして、図 6 や図 7 に示すストレージ制御装置 3 によっても、図 7 の矢印 A21 ~ A24 で示すようなフォーキング書込 (書込対象データの二重書込) が実行され、同一の書込対象データが、CM-A のキャッシュメモリ 31 のマスタ領域におけるキャッシュページの CBE と、このキャッシュページの CBE に予め対応付けられた、CM-B のキャッシュメモリ 31 のミラー領域におけるキャッシュページの CBE (ペア CBE) とに書き込まれる。

【0063】

このように、本発明の一実施形態としてのストレージ制御装置 3 (ストレージ装置 1) によれば、ホストインターフェイスモジュール 20 でアドレス指定を 1 回だけ行ないホストインターフェイスモジュール 20 から PCI ブリッジモジュール 40 へのデータ転送を 1 回だけ行なえば、書込対象データが、標準バス (PCI バス) よりも転送速度の速い PCI ブリッジモジュール 40 を通じて 2つの管理モジュール 30 におけるキャッシュメモリ 31 に転送されて二重に書き込まれるので、キャッシュメモリ 31 への二重書込 (フォーキング書込) を高速に行なえ、処理性能を大幅に向上させることができる。

【0064】

また、ホストインターフェイスモジュール 20 のアドレス指定手段 21 により、書込対象データの各キャッシュメモリ 31 での書込先アドレスとして、各管理モジュール 30 のキャッシュメモリ 31 内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定することで、書込対象データを 2つの管理モジュール 30 におけるキャッシュメモリ 31 上で別々のアドレスに転送して書き込むことができるので、キャッシュ管理の自由度が増し、キャッシュメモリ 31 を効率よく使用することができる。

【0065】

さらに、各管理モジュール 30 の管理手段 (キャッシュ管理ファームウェア) 32 により、ミラーキャッシュをマスタ CM 側から管理可能に構成されているので、ホストインターフェイスモジュール 20 におけるアドレス指定手段 21 は、ミラー関係にある 2つの管理モジュール 30 どうしで通信を行なうことなく、2つの管理モジュール 30 のうち的一方における管理手段 32 から取得した情報に基づいてアドレッシング情報を生成することができる。

【0066】

また、各管理モジュール 30 の管理手段 (キャッシュ管理ファームウェア) 32 によりミラーキャッシュをマスタ CM 側から管理することができるので、ミラー関係にある 2つの管理モジュール 30 どうしで通信を行なうことなく、一方の管理モジュール 30 (CM-A) が他方の管理モジュール 30 (CM-B) のミラー領域を効率よく利用することができる。例えば、一方の管理モジュール 30 (CM-A) においてキャッシュメモリ 31 のマスタ領域の容量が不足している場合、管理手段 32 による管理状況に基づいて、他方の管理モジュール 30 (CM-B) におけるキャッシュメモリ 31 内のミラー領域の空き領域を利用することができ、キャッシュメモリ 31 のマスタ領域もミラー領域も効率よく (

ほぼ100%)利用することが可能になる。

【0067】

さらに、PCIブリッジモジュール40外側のインターフェイスとしては標準バス（PCIバス51～53）が使用されるため、ホストインターフェイスモジュール20や管理モジュール30としては、既存のハードウェアをそのまま使用することができ、アドレスの指定手法（アドレス指定手段21としての機能）を変更するだけ、本発明によるフォーキング書込（データの二重書込）を実現することができる。

【0068】

〔2〕その他

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、上述した実施形態では、本発明をストレージ制御装置に適用した場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、ホスト等の外部装置から転送されてきたデータを2以上のキャッシュメモリに書き込む二重書込機能（多重書込機能）をそなえた装置であれば、上述した実施形態と同様に適用され、上述した実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0069】

また、上述した実施形態では、ホスト4とストレージ制御装置3との間のインターフェイスがファイバチャネルインターフェイスである場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

さらに、上述したアドレス指定手段21、管理手段32、アドレス生成手段41、データ転送制御手段42、バス制御機構43、アドレス解析／変換機構44、内部転送制御機構45、転送指示機構48およびバス制御機構49としての機能は、ホストインターフェイスモジュール20、管理モジュール30、PCIブリッジモジュール40を構成するCPU（Central Processing Unit；図示略）が所定のプログラムを実行することによって実現される。このプログラムは、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD等のコンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。

【0070】

〔3〕付記

（付記1） 外部装置とのインターフェイスを制御する第1モジュールと、キャッシュメモリを有する複数の第2モジュールと、

インターフェイスバスを介して該第1モジュールおよび該第2モジュールをそれぞれ接続されこれらの該第1モジュールおよび該第2モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、

該第1モジュールが、

該外部装置から受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の第2モジュールのうちの2つの第2モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく2つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるときに、

該ブリッジモジュールが、

該第1モジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該2つの第2モジュールを指定する2つの転送先アドレスと各キャッシュメモリでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、

前記書込対象データを、前記2つの転送先アドレスに対応する該2つの第2モジュールへ転送した後に各第2モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように、該ブリッジモジュールから該第2モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、二重書込機能を有する装置。

【0071】

(付記2) 該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの各キャッシュメモリでの前記書込先アドレスとして、各第2モジュールの該キャッシュメモリ内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定することを特徴とする、付記1に記載の二重書込機能を有する装置。

(付記3) 該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの前記2つの転送先アドレスとして、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該2つの第2モジュールを特定しうる特定情報を指定することを特徴とする、付記2に記載の二重書込機能を有する装置。

【0072】

(付記4) 該インターフェ이스バスがP C I (Peripheral Component Interconnect) バスであり、

前記特定情報として、該2つの第2モジュールのP C Iバスを特定する番号が指定されることを特徴とする、付記3に記載の二重書込機能を有する装置。

(付記5) 各第2モジュールが、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールに関する情報を管理するとともに、当該第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、

該第1モジュールにおける該アドレス指定手段が、該2つの第2モジュールのうちの一方の第2モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成することを特徴とする、付記1～付記4のいずれか一項に記載の二重書込機能を有する装置。

【0073】

(付記6) 各第2モジュールが、該ブリッジモジュール経由で該第1モジュールへ読み出されるべき読出対象データをキャッシュメモリに一時的に保存する際に当該キャッシュメモリのマスタ領域の容量が不足している場合、該管理手段による管理状況に基づいて、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域に、前記読出対象データを保存させることを特徴とする、付記5に記載の二重書込機能を有する装置。

【0074】

(付記7) 外部装置とのインターフェイスを制御する第1モジュールと、キャッシュメモリを有する複数の第2モジュールと、インターフェ이스バスを介して該第1モジュールおよび該第2モジュールをそれぞれ接続されこれらの該第1モジュールおよび該第2モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、該第1モジュールが該外部装置から受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の第2モジュールのうちの2つの第2モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込む二重書込機能を有する装置であって、

各第2モジュールが、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールに関する情報を管理するとともに、当該第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有していることを特徴とする、二重書込機能を有する装置。

【0075】

(付記8) 各第2モジュールが、該ブリッジモジュール経由で該第1モジュールへ読み出されるべき読出対象データをキャッシュメモリに一時的に保存する際に当該キャッシュメモリのマスタ領域の容量が不足している場合、該管理手段による管理状況に基づいて、当該第2モジュールとミラー関係にある第2モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域に、前記読出対象データを保存させることを特徴とする、付記7に記載の二重書込機能を有する装置。

【0076】

(付記9) ディスク装置とホストとの間にそなえられ該ホストの該ディスク装置に対するアクセスを制御するストレージ制御装置であって、

該ディスク装置とのインターフェイスを制御するディスクインターフェイスモジュールと、

該ホストとのインターフェイスを制御するホストインターフェイスモジュールと、

キャッシュメモリを有し本装置全体を統括的に管理する複数の管理モジュールと、

インターフェイスバスを介して該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールをそれぞれ接続されこれらの該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえ、

該ホストインターフェイスモジュールが、

該ホストから受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の管理モジュールのうちの2つの管理モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むべく2つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成するアドレス指定手段をそなえて構成されるとき、

該ブリッジモジュールが、

該ホストインターフェイスモジュールから前記書込対象データとともに受け取った前記アドレッシング情報を解析し、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該2つの管理モジュールを指定する2つの転送先アドレスと各キャッシュメモリでの書込先アドレスとを生成するアドレス生成手段と、

前記書込対象データを、前記2つの転送先アドレスに対応する該2つの管理モジュールへ転送した後に各管理モジュールのキャッシュメモリにおける前記書込先アドレスに書き込むように、該ブリッジモジュールから該管理モジュールへのデータ転送を制御するデータ転送制御手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、ストレージ制御装置。

【0077】

(付記10) 該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの各キャッシュメモリでの前記書込先アドレスとして、各管理モジュールの該キャッシュメモリ内におけるページアドレスと各ページ内でのオフセットアドレスとを指定することを特徴とする、付記9に記載のストレージ制御装置。

(付記11) 該アドレス指定手段が、前記アドレッシング情報において、前記書込対象データの前記2つの転送先アドレスとして、前記書込対象データを実際に書き込むべきキャッシュメモリを有する該2つの管理モジュールを特定しうる特定情報を指定することを特徴とする、付記10に記載のストレージ制御装置。

【0078】

(付記12) 該インターフェイスバスがP C I (Peripheral Component Interconnect) バスであり、

前記特定情報として、該2つの管理モジュールのP C I バスを特定する番号が指定されることを特徴とする、付記11に記載のストレージ制御装置。

(付記13) 各管理モジュールが、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールに関する情報を管理するとともに、当該管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有しており、

該ホストインターフェイスモジュールにおける該アドレス指定手段が、該2つの管理モジュールのうちの一方の管理モジュールにおける該管理手段から取得した情報に基づいて、前記アドレッシング情報を生成することを特徴とする、付記9～付記12のいずれか一項に記載のストレージ制御装置。

【0079】

(付記14) 各管理モジュールが、該ディスク装置から該ディスクインターフェイス

スモジュールおよび該ブリッジモジュール経由で読み出された読出対象データをキャッシュメモリに一時的に保存する際に当該キャッシュメモリのマスタ領域の容量が不足している場合、該管理手段による管理状況に基づいて、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域に、前記読出対象データを保存させることを特徴とする、付記 13 に記載のストレージ制御装置。

【0080】

(付記 15) ディスク装置とホストとの間にそなえられ該ホストの該ディスク装置に対するアクセスを制御すべく、該ディスク装置とのインターフェイスを制御するディスクインターフェイスモジュールと、該ホストとのインターフェイスを制御するホストインターフェイスモジュールと、本装置全体を統括的に管理する管理モジュールと、インターフェイスバスを介して該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールをそれぞれ接続されこれらの該ディスクインターフェイスモジュール、該ホストインターフェイスモジュールおよび該管理モジュールの相互間をデータ転送可能に接続するブリッジモジュールとをそなえとともに、該ホストインターフェイスモジュールが該ホストから受け取った書込対象データを該ブリッジモジュール経由で該複数の管理モジュールのうちの 2 つの管理モジュールにおけるキャッシュメモリに書き込むストレージ制御装置であって、

各管理モジュールが、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールに関する情報を管理するとともに、当該管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のマスタ領域アドレスと、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域アドレスとの対応関係を管理する管理手段を有していることを特徴とする、ストレージ制御装置。

【0081】

(付記 16) 各管理モジュールが、該ディスク装置から該ディスクインターフェイスモジュールおよび該ブリッジモジュール経由で読み出された読出対象データをキャッシュメモリに一時的に保存する際に当該キャッシュメモリのマスタ領域の容量が不足している場合、該管理手段による管理状況に基づいて、当該管理モジュールとミラー関係にある管理モジュールにおけるキャッシュメモリ内のミラー領域に、前記読出対象データを保存させることを特徴とする、付記 15 に記載のストレージ制御装置。

【産業上の利用可能性】

【0082】

以上のように、本発明によれば、ホストインターフェイスモジュールからブリッジモジュールへのデータ転送を 1 回だけ行なえば、書込対象データが、標準バスよりも転送速度の速いブリッジモジュールを通じて 2 つのキャッシュメモリに転送されて二重に書き込まれ、キャッシュメモリへの二重書込をより高速に行なえ、処理性能を大幅に向上させることができる。

【0083】

従って、本発明は、例えばホストの物理デバイス（磁気ディスク装置等）に対するアクセスを制御するストレージ制御装置のごとき、データの二重書込機能を有する装置に用いて好適であり、その有用性は極めて高いものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図 1】本発明の一実施形態としてのストレージ装置（ストレージ制御装置）の最小基本構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示すストレージ制御装置（ホストインターフェイスモジュール）において生成されるアドレッシング情報のフォーマットを示す図である。

【図 3】本実施形態のキャッシュメモリの構成を示す図である。

【図 4】本実施形態のキャッシュメモリにおけるマスタ領域（ローカル領域）とミラー領域との対応関係を示す図である。

【図 5】本実施形態におけるキャッシュメモリの管理動作の一例を説明するための図

である。

【図6】本発明の一実施形態としてのストレージ装置（ストレージ制御装置）の具体的な構成例を示すブロック図である。

【図7】図6に示すストレージ制御装置におけるブリッジモジュールの具体的な要部構成例を示すブロック図である。

【図8】図6および図7に示すストレージ制御装置において、ホストインターフェイスモジュールで生成されるアドレッシング情報のフォーマットと同アドレッシング情報からP C Iブリッジモジュールで生成されるアドレス情報のフォーマットとを示す図である。

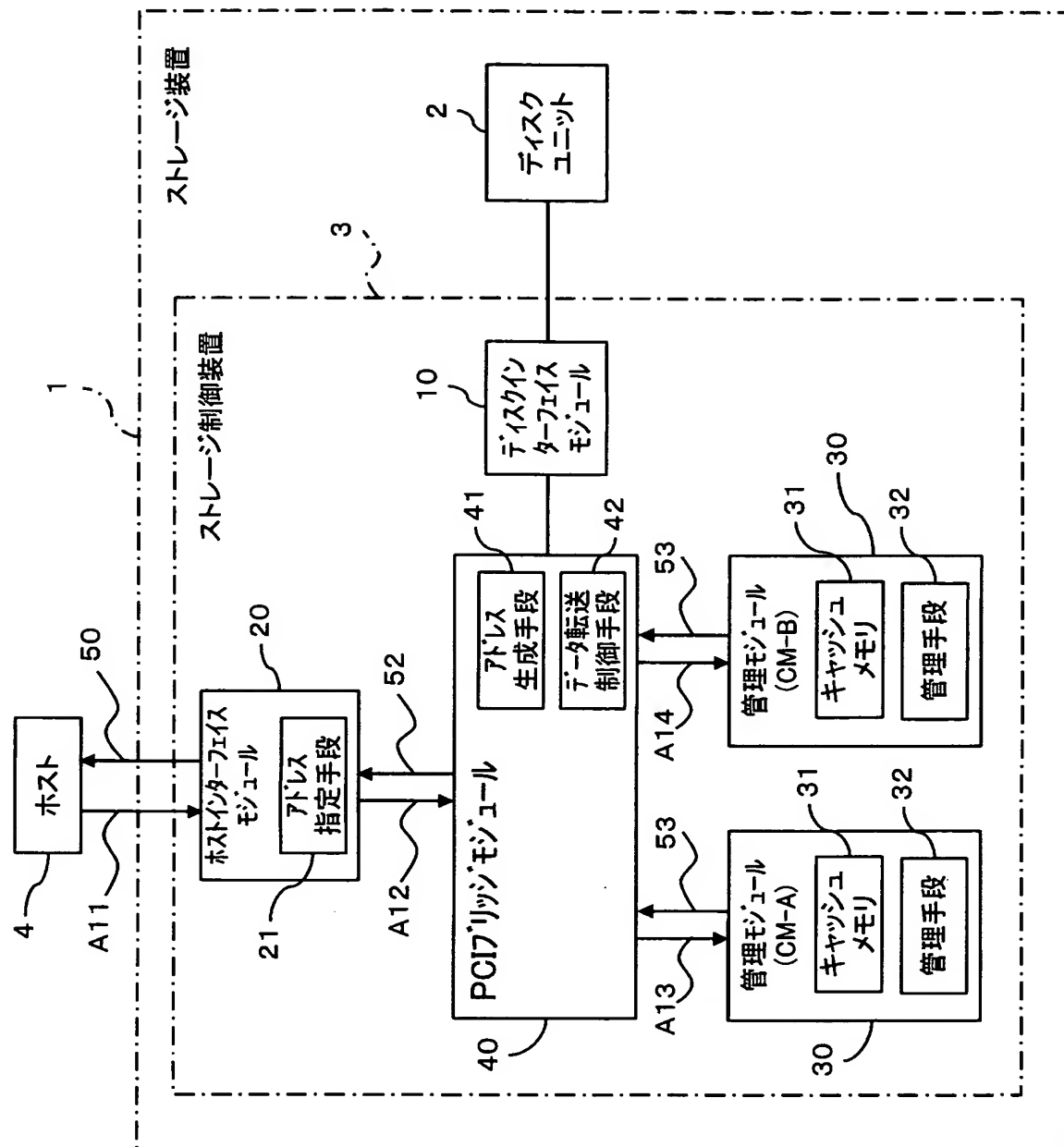
【符号の説明】

【0085】

- 1 ストレージ装置
- 2 ディスクユニット（ディスク装置，物理デバイス）
- 3 ストレージ制御装置
- 4 ホスト（外部装置）
- 10 ディスクインターフェイスモジュール
- 20 ホストインターフェイスモジュール（第1モジュール）
- 21 アドレス指定手段
- 30 管理モジュール（第2モジュール）
- 31 キャッシュメモリ
- 32 管理手段（キャッシュ管理ファームウェア）
- 40 P C Iブリッジモジュール（ブリッジモジュール）
- 41 アドレス生成手段
- 42 データ転送制御手段
- 43 バス制御機構
- 44 アドレス解析／変換機構（アドレス生成手段）
- 45 内部転送制御機構（データ転送制御手段）
- 46, 47 バッファ
- 48 転送指示機構（データ転送制御手段）
- 49 バス制御機構
- 50 ファイバチャネルインターフェイスバス
- 51, 52, 53 P C Iバス（インターフェイスバス）
- 54 ディスクインターフェイスバス

【書類名】 図面

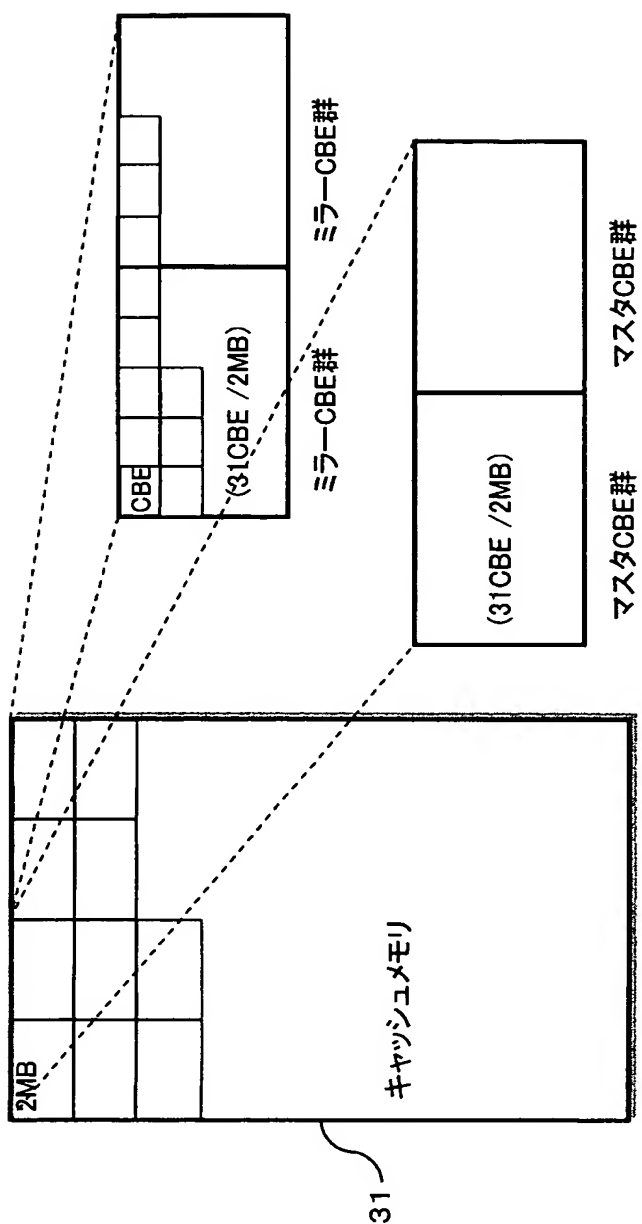
【図 1】



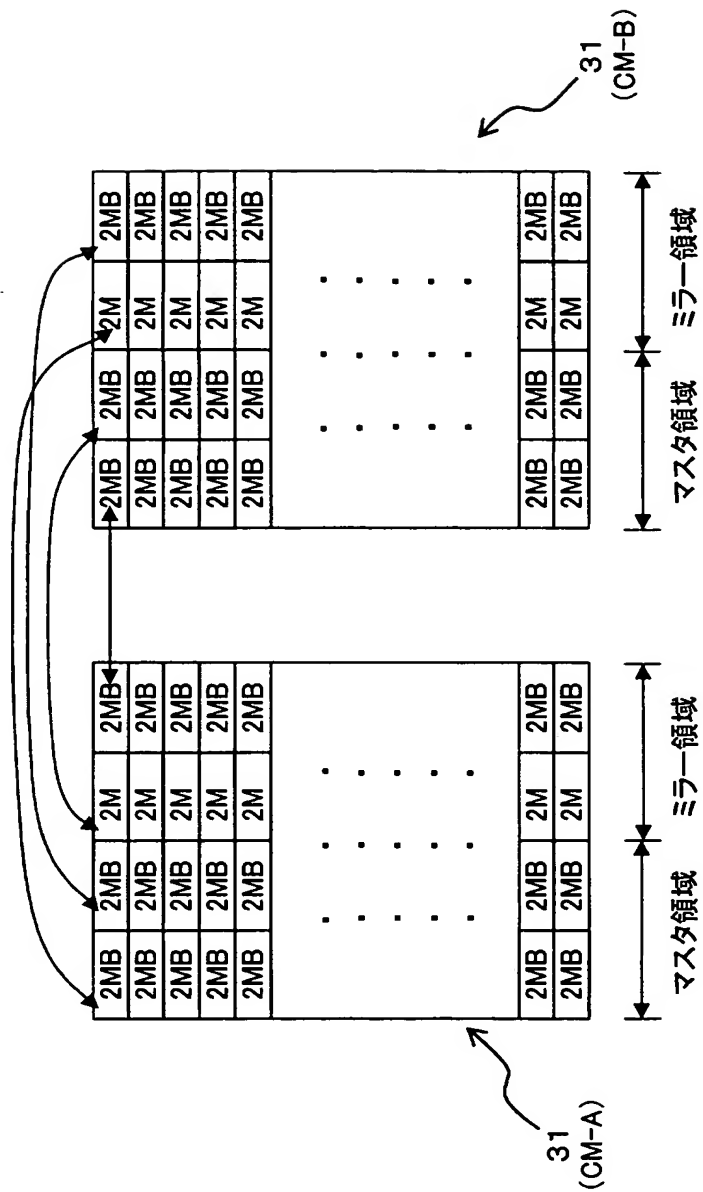
【図 2】

| | | | | |
|----|--|--------------|----------------------|-----------|
| BA | | プライマリ ページ | セカン ダ リ ページ | オフセットアドレス |
|----|--|--------------|----------------------|-----------|

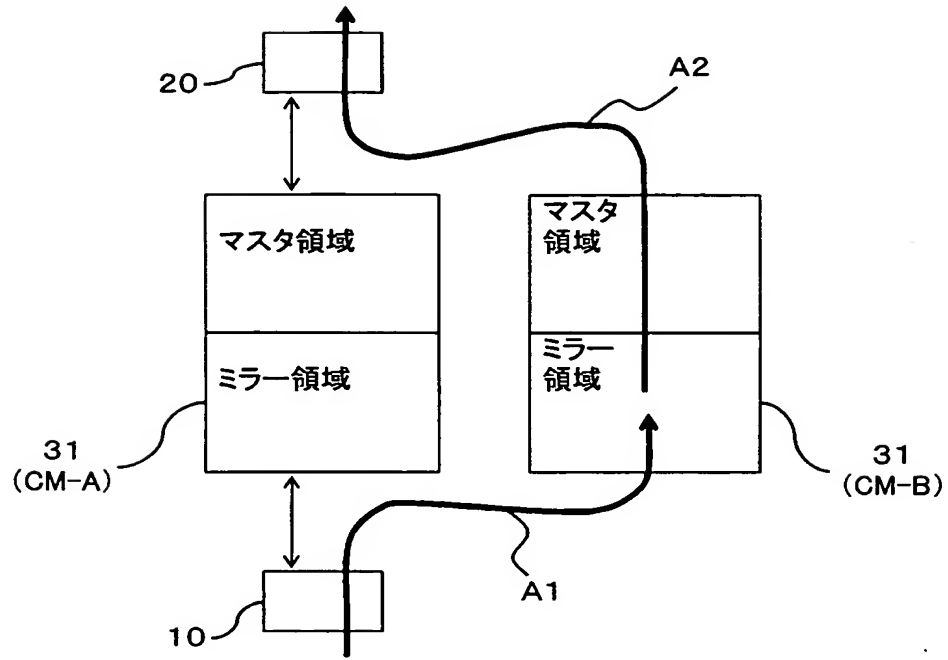
【図 3】



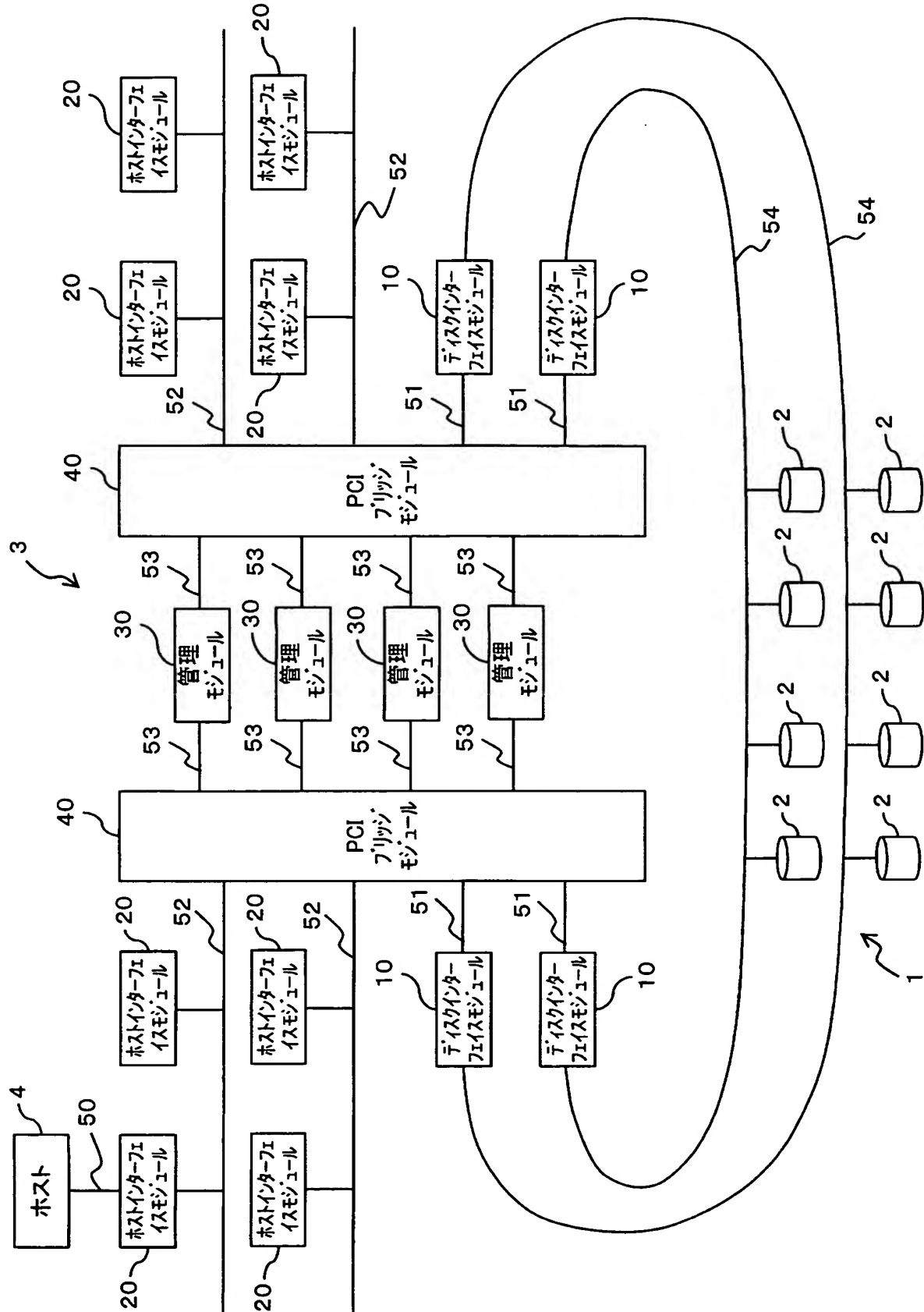
【図 4】



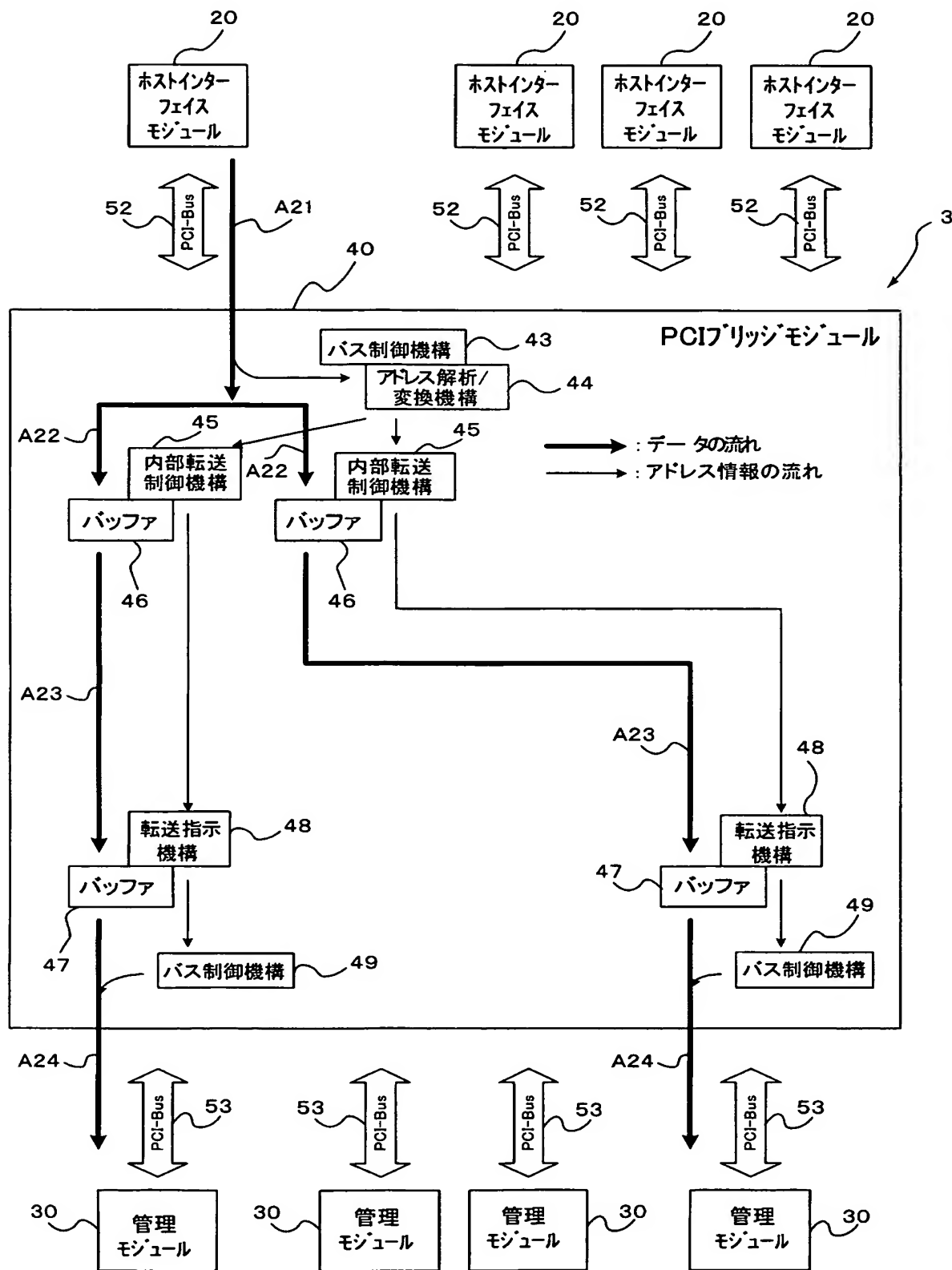
【図 5】



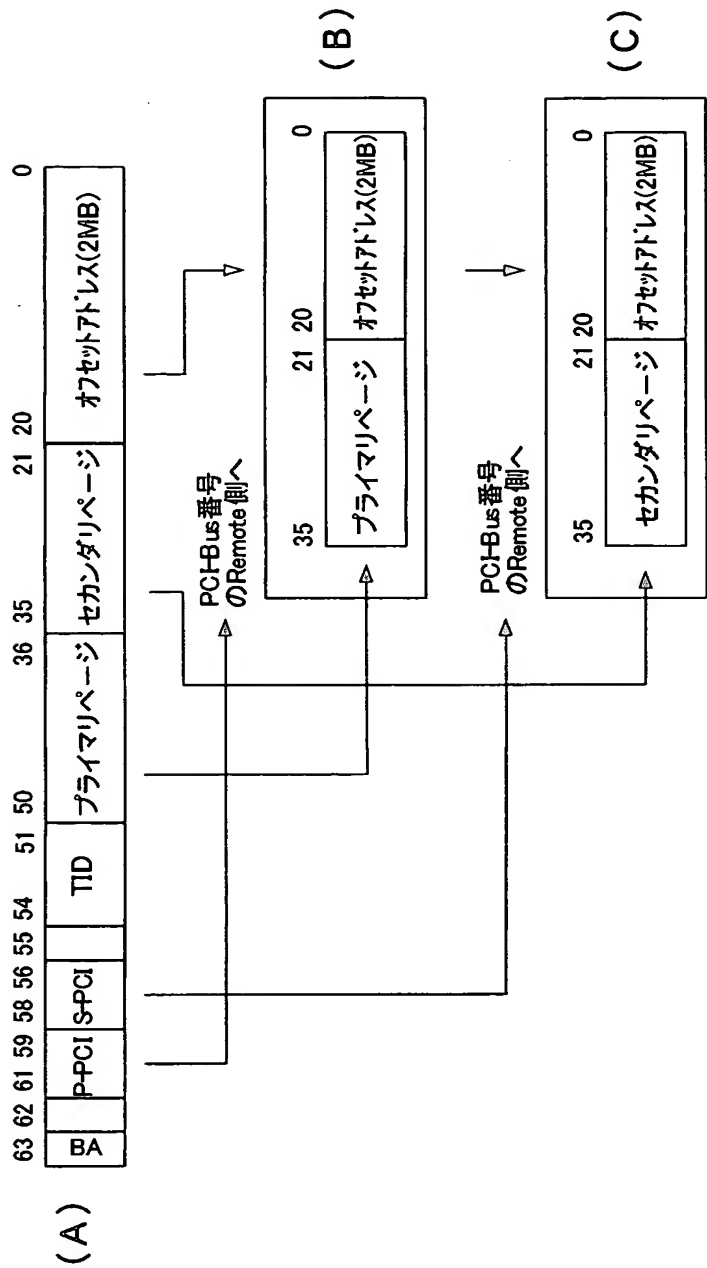
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 回のアドレス指定でデータのキャッシュメモリへの二重書込みをより高速に行なえるようにして処理性能の向上をはかる。

【解決手段】 ホストインターフェイスモジュール 20 において 2 つの書込先を指定しうるアドレッシング情報を生成し、ブリッジモジュール 40 において、前記アドレッシング情報に基づいて 2 つの転送先アドレスと各キャッシュメモリ 31 での書込先アドレスとを生成し、書込対象データを、前記 2 つの転送先アドレスに対応する 2 つの管理モジュール 30 へ転送し各管理モジュール 30 のキャッシュメモリ 31 における前記書込先アドレスに書き込む。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 9 8 2 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社